
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2010/2011

November 2010

EEE 440 – SISTEM PERHUBUNGAN MODEN

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **EMPAT BELAS (14)** muka surat beserta Lampiran **SATU (1)** muka surat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA (5)** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].

“In the event of any discrepancies, the English version shall be used”.

1. (a) Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan 3 mekanisma sumber optik iaitu optik geometry, optik fizikal dan optik kuantum dengan memberikan perbandingan antara teknik-teknik tersebut (boleh menggunakan ilustrasi).

Explain what is meant by 3 mechanism of optical source which are the geometric optic, physical optic and quantum optic by showing the comparison between the techniques (can use illustration).

(20 marks)

- (b) Satu sinaran monokromatik (λ_0) bersamaan dengan 720 nm melalui satu medium selain daripada udara dengan halaju fasa (u) sebanyak 2.15 m/s. Sekiranya frekuensi (f) untuk sinaran optik di dalam medium tersebut ialah 660 THz, kirakan index biasan (n_1).

A monochromatic ray (λ_0) equal to 720 nm travels through a medium other than air with phase velocity (u) of 2.15 m/s. If the frequency (f) of the optical ray in that medium is 660 THz, compute the index of refraction (n_1).

(30 marks)

- (c) Anda dikehendaki merekacipta satu hubungan optik, beroperasi pada panjang gelombang $1.2 \mu\text{m}$, menggunakan satu sumber semikonduktor laser berdiode. Sumber ini boleh melancarkan satu kuasa maksimum bernilai 0.8 mW ke fiber satu mod (SM) dan mempunyai lebargaris sebanyak 0.5 nm . Fiber SM tersebut yang digunakan dalam perhubungan ini mempunyai pelemahan sebanyak 0.25 dB/km , bersama dengan -250 ps/nm/km dari penyebaran bahan dan mempunyai 150 ps/nm/km dari penyebaran pandugelombang. Penerima yang digunakan dalam perhubungan ini memerlukan 400 nW dari kuasa optik untuk satu kadar kesalahan 1 dalam 10^9 denyutan pada kadar bit 150 Mbps . Fiber tersebut dibekalkan dengan panjang sebanyak 1 km dan kehilangan pemecahan sebanyak 0.2 dB yang terhasil pada setiap sambungan. Kehilangan pasangan antara fiber ke photodiode bolehlah diabaikan.

You are required to design an optical link, operating at a wavelength of $1.2 \mu\text{m}$, using a semiconductor laser diode source. This source can launch a maximum power of 0.8 mW into single-mode (SM) fibre and has a linewidth of 0.5 nm . The SM fibre used in this link has an attenuation of 0.25 dB/km , together with -250 ps/nm/km of material dispersion and 150 ps/nm/km of waveguide dispersion. The receiver used in the link requires 400 nW of optical power for an error rate of 1 in 10^9 pulses at a bit-rate of 150 Mbps . The fibre is supplied in 1 km lengths and a splicing loss of 0.2 dB is present at each joint. The coupling loss from the fibre to the photodiode can be ignored.

- (i) Dapatkan jarak denyutan maksimum yang boleh dihantar sebelum penghasilan semula diperlukan.

Determine the maximum distance pulses can be sent before regeneration is needed.

(30 marks)

- (ii) Apakah modifikasi yang perlu dibuat kepada perhubungan untuk memanjangkan jarak penghantaran? (Buktikan jawapan anda dengan pengiraan yang berkaitan).

What modifications need to be made to the link to extend this transmission distance? (Justify your answer with relevant calculations).

(20 marks)

2. (a) Berikan komen terhadap rekabentuk dan struktur bagi photodiode PIN dan APD. Bandingkan dan bezakan sifat-sifatnya kemudian berikan komen kenapa pengesanan PIN adalah lebih diterima berbanding pengesanan APD.

Comment on the design and structure of PIN and APD photodiodes. Compare and contrast their properties then comment on the reasons why PIN detectors are preferred over APD detectors.

(30 marks)

- (b) Terangkan dengan bantuan lakaran yang bersesuaian ciri-ciri kehilangan fiber optik.

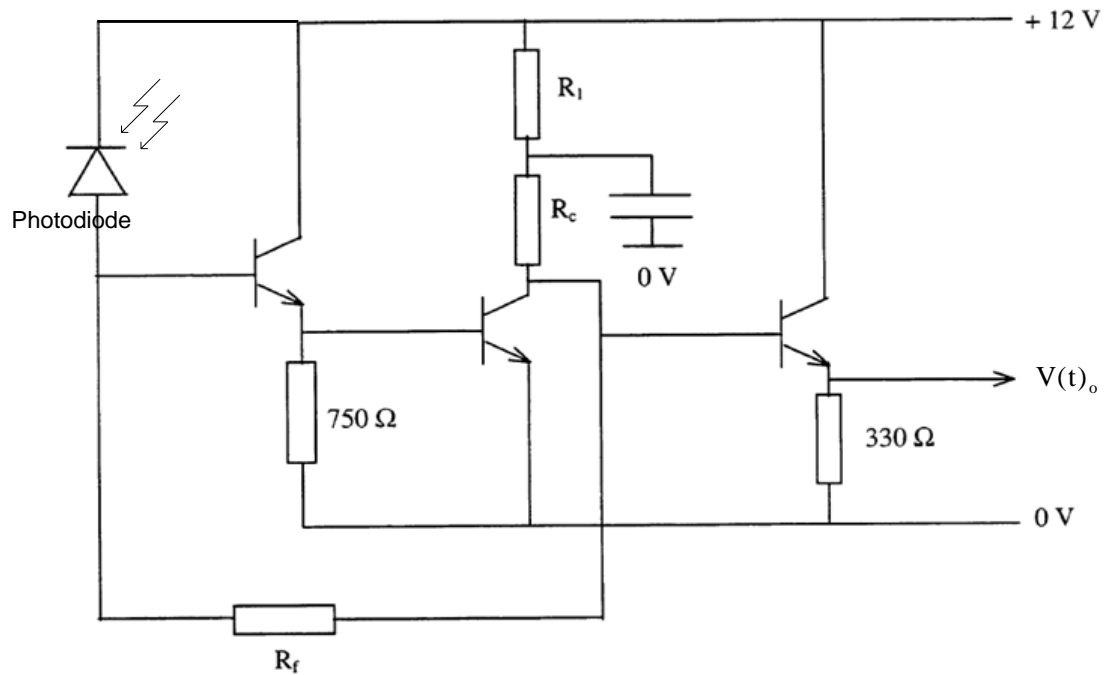
Explain with the aid of relevant sketches the loss characteristics of an optical fibre.

(20 marks)

...5/-

- (c) Rajah 1 menunjukkan gambarajah litar bagi sebuah penerima optik yang pra-penguat menggunakan pengutip-sama/pengeluar sama. Dapatkan nilai-nilai setiap resistor sekiranya gandaan voltan pada peringkat kedua sekurang-kurangnya adalah 25 dan lebarjalur penerima adalah sekurang-kurangnya 60 MHz. Andaikan:

Figure 1 shows the circuit diagram of an optical receiver using a common-collector/common-emitter preamplifier. Determine the values of each resistor if the voltage gain of the second stage is to be at least 25 and the bandwidth of the receiver is to be at least 60 MHz. Assume:



Rajah 1
Figure 1

- gandaan voltan pada peringkat pertama adalah satu
the voltage gain of the first stage is unity
- Arus bias bagi peringkat kedua ialah 1 mA
the second stage bias current is 1 mA
- semua transistor mempunyai nilai gandaan arus yang tetap sebanyak 50
all the transistors have constants current gains of 50
- semua transistor mempunyai pemungut-dasar kapasitan yang bernilai 0.4 pF
all the transistors have a collector-base capacitance of 0.4 pF
- kapasitan diod adalah 2.2 pF
the diode capacitance is 2.2 pF
- nilai kapasitan melintangi R_f adalah 0.3 pF
the stray capacitance across R_f is 0.3 pF

(50 marks)

3. (a) Sifatkan orbit bumi rendah (LEO) dan orbit bumi medium (MEO) pada terma-terma anggaran altitude orbital, tempoh orbit dan bilangan satelit yang diperlukan untuk liputan global.

Characterize the low earth orbit (LEO) and medium earth orbit (MEO) in terms of approximate orbital altitude, orbital period and number of satellites required for global coverage.

(25 marks)

(b) Tukarkan yang berikut:

Convert the following:

(i) 15 W kepada dBW
15 W to dBW (5 marks)

(ii) 1200 Hz kepada dBKHz
1200 Hz to dBKHz (5 marks)

(iii) 50 dBm kepada mW
50 dBm to mW (5 marks)

(iv) 50 dBW kepada kW
50 dBW to kW (5 marks)

(c) Satu satelit membawa satu gelombang 4 GHz berterusan pemancar beakon yang diletakkan pada orbit 'geostationary' 40000 km dari sebuah stesen bumi. Kuasa keluaran beakon itu ialah 100 mW dan ia menyuap sebuah antena dengan satu gandaan 16.0 dBi kearah stesen bumi. Antena penerima stesen bumi tersebut adalah berdiameter 6 m dan mempunyai kecekapan operasi sebanyak 55%. Kirakan:

A satellite carrying a 4 GHz continuous wave beacon transmitter is located in geostationary orbit 40000 km from an earth station. The beacon's output power is 100 mW and it feeds an antenna with a 16.0 dBi gain toward the Earth Station. The Earth station receiving antenna is a 6 m in diameter and has an operational efficiency of 55 %. Calculate:

- (i) EIRP satelit tersebut dalam dBW
The satellite EIRP in dBW (10 marks)
- (ii) Kehilangan laluan/lintasan pada ruang bebas dalam dB
The free space path loss in dB (15 marks)
- (d) Gandaan bagi satu antenna parabolik adalah diberikan sebagai:
The gain of a parabolic antenna is given by:

$$G = \mu \frac{4\pi A}{\lambda^2}$$

Di mana μ adalah kecekapan antenna, A adalah keluasan dan λ adalah panjang gelombang.

Where μ is the antenna efficiency, A is the area and λ is the wavelength.

Jika suhu hingar keseluruhan sistem bagi stesen bumi pada c) adalah 1000 K, dapatkan:

If the overall system noise temperature of the earth station in c) is 1000 K, determine:

- (i) G/T bagi stesen bumi dalam dBK^{-1}
The Earth Station G/T in dBK^{-1} (10 marks)
- (ii) Kuasa hingar penerima dalam satu 100Hz julat frekuensi hingar dalam W dan dalam dBm
The receiver noise power in a 100 Hz noise bandwidth in W and in dBm (10 marks)

- (iii) C/N yang diterima dalam dB pada input ke stesen bumi tetap
The received C/N in dB at the input to the Fixed Earth Station
(10 marks)

4. (a) Terangkan mengenai model dwi-sinar untuk kehilangan perambatan dalam sistem komunikasi mobil tanpawayar.

Explain the two-ray model for propagation loss in mobile wireless communication systems.

(20%)

- (b) Formula empirical Hata untuk kehilangan penambatan diberikan dalam Appendix 1.

Hata's empirical formula for propagation loss are given in Appendix 1.

- (i) Berdasarkan formula tersebut, hasilkan pernyataan untuk kehilangan perambatan bagi sistem GSM 900MHz di kawasan pinggir bandar.

Based on the formula, derive the expression of propagation loss for GSM 900MHz system in suburban area?

(10%)

- (ii) Dengan menggunakan formula Hata, kirakan kehilangan perambatan untuk sistem GSM 900MHz di daerah pinggir bandar apabila stesen tetap terletak pada 30 Meter dari paras bumi dan stesen mobil berada pada 1.5 m dari paras bumi dan 10 km dari stesen tetap.

Using Hata's formula calculate the propagation loss of a GSM 900 MHz system in suburban when the base station is located 30 Meter above the ground and the mobile station at 1.5 m above the ground and 10 km from the base station.

(40%)

- (c) Daerah pinggir bandar akan dimajukan menjadi bandar kecil dalam masa 3 tahun dan sebuah bandar besar dalam masa 10 tahun. Perancang rangkaian GSM ingin menganggarkan kesan pembangunan ke atas kehilangan penambatan. Berikan anggaran berangka bagi kesan tersebut dan berikan justifikasi anda.

The suburban area will be developed into a small city in 3 years time and eventually into a large city in 10 years time. The GSM network planner would like to estimate the impact of these developments to the propagation loss. Provide and justify your numerical estimation of the impact on the propagation loss.

(30%)

5. (a) Bezakan antara pasangan fenomena berikut.
Contrast between the following pair of phenomena.

- Penyuraman berskala besar dan penyuraman berskala kecil
Large-scale fading and small-scale fading
- Penyuraman frequency terpilih dan penyuraman masa terpilih
Frequency selective fading and time selective fading
- Penyuraman perlahan dan penyuraman laju
Slow fading and fast fading
- Penyuraman Rayleigh dan penyuraman Rician
Rayleigh fading and Rician fading

(20%)

- (b) Satu sistem LAN tanpawayar beroperasi pada kadar data 54 Mbps. Nyatakan sama ada signal ini akan menghadapi “frequency-selective fading” dalam Kawasan pendalaman dengan kebiasaan “delay spread” $0.2\mu\text{s}$.

A wireless LAN system operates at a data rate of 54 Mbps. Determine whether or not this signal will encounter a frequency-selective fading in a rural area with a typical delay spread of $0.2\mu\text{s}$.

(30%)

- (c) Suatu pengesan spektrum bergerak mengesan dan mengukur frekuensi suatu isyarat yang dihantar oleh stesen tetap berketinggian 40 m. Pengesan itu bergerak dengan kelajuan 3 m/s ke arah stesen tetap. Frekuensi isyarat itu ialah 1 GHz dan panjang gelombang ialah 0.3 m. Frekuensi direkodkan pada jarak 30 m, 20 m dan 10 m dari stesen tetap.

A mobile spectrum sensor scans and measures frequency of a signal transmitted from a 40 m tall base station. The sensor moves at a constant velocity of 3 m/s towards the base station. The frequency of the signal is 1 GHz and the wavelength is 0.3 m. The frequency of the signal were recorded at 30 m, 20 m and 10 m from the base station.

- (i) Kirakan nilai terjangka frekuensi pada 30m, 20m dan 10m dari stesen tetap dan terangkan variasi nilai dengan jarak.

Calculate the expected measured values of the frequency at 30m, 20m and 10m from the base station and explain the variation in the calculated values with distance.

(30%)

- (ii) Cadangkan dan berikan justifikasi terhadap satu kawalan yang perlu dilakukan agar penyuraman masa terpilih tidak berlaku dalam situasi di atas.

Suggest and justify a control that need to be implemented so that time selective fading will not occur in the above situation.

(20%)

6. (a) Terangkan fungsi komponent sistem selular berikut.

Explain the function of the following components in a cellular system.

- Stesen Tetap
Base station (BS)
- Mobile Switching Centre (MSC)
Pusat Pensuisan Mobil
- Register Lokasi Kediaman
Home Location Register (HLR)
- Register Lokasi Pelawat
Visitor Location Register (VLR)

(20%)

- (b) Sistem mobil selular IS-54/136 dengan 832 saluran dipasang dalam suatu kawasan berdasarkan konsep guna semula saluran.

A CDMA wireless system with 832 channels is deployed in an area based on the channel reuse concept.

- (i) Andaikan struktur sel adalah heksagonal dengan strategi 3-guna semula, kerjakan jarak di antara sel-sel ko-saluran dalam terma jejari sel, R .

Assuming the hexagonal cell structure with a 3-reuse strategy, work out the distance between the co-channel cells in terms of the radius of the hexagonal cells, R .

(20%)

- (ii) Hasilkan SIR di tengah sel dalam terma jejari sel, R dan faktor kehilangan perambatan, n apabila strategi 7-guna semula digunakan.

Work out the SIR at the centre of a cell in terms of the radius of the hexagonal cells, R and the propagation loss factor, n when a 7-reuse strategy is used.

(30%)

- (c) Suatu syarikat telefon mobil merancang untuk memasang sistem tanpa wayar CDMA pada suatu tempat. Perancang menganggarkan terdapat 10 pengguna telefon mobil dalam satu kilometer persegi dan satu percubaan telefon dibuat setiap 15 minit. Tempoh panggilan biasa dianggap selama 200 saat. Satu sel biasanya boleh dibebankan dengan 101 Erlang muatan. Cadangkan dan berikan justifikasi dengan kiraan yang sesuai untuk keluasan maksima liputan yang boleh diliputi oleh satu stesen tetap.

A mobile phone company plans to deploy a CDMA wireless system in an area. The planner estimates that there will be 10 mobile phone users per square kilometer and one call attempt will be placed every 15 minutes. A typical call would last for 200 seconds. A typical cell can be loaded with 101 Erlang. Suggest and justify with suitable calculation for a maximum coverage area that can be covered by one base station.

(30%)

Speed of light, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
 Ambient Temperature, $T_0 = 290 \text{ K}$
 Boltzmann's Constant, $K = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$

Hata's formula

Urban area
$L_p = 69.55 + 26.16 \log_{10} f_c - 13.82 \log_{10} h_b - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log_{10} h_b) \log_{10} R$
$a(h_m) = (1.1 \log_{10} f_c - 0.7) h_m - (1.56 \log_{10} f_c - 0.8)$; for medium-small city
$a(h_m) = 8.29 (\log_{10} 1.54 h_m)^2 - 1.1$; for large city and $f_c \leq 200 \text{ MHz}$
$a(h_m) = 3.2 (\log_{10} 1.175 h_m)^2 - 4.97$; for large city and $f_c \geq 400 \text{ MHz}$
Suburban area
$L_{ps} = L_p \{ \text{Urban area} \} - 2 \left\{ \log_{10} \left(\frac{f_c}{28} \right) \right\}^2 - 5.4$